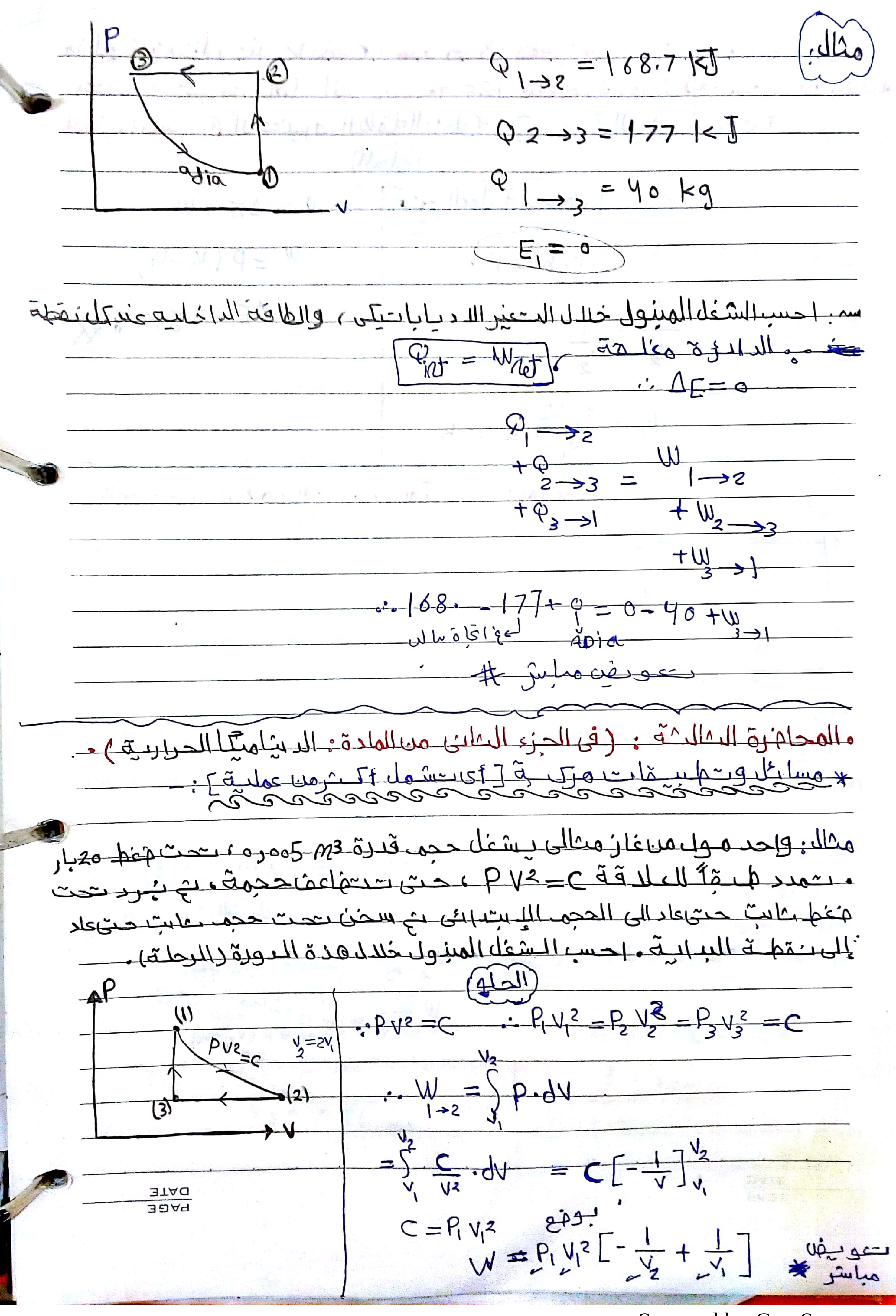


مثال:

$Q_{1\to2} = 168.7\ kJ$

$Q_{2\to3} = -177\ kJ$

$Q_{1\to3} = 40\ kg$

$E_1 = 0$

س: احسب الشغل المبذول خلال التغير الادياباتيكي، والطاقة الداخلية عند كل نقطة

ج: الدائرة مغلقة ← $Q_{net} = W_{net}$

$\therefore \Delta E = 0$

$Q_{1\to2} + Q_{2\to3} + Q_{3\to1} = W_{1\to2} + W_{2\to3} + W_{3\to1}$

$\therefore 168.7 - 177 + Q = 0 - 40 + W_{3\to1}$

(لإشارة سالب) (adia)

تعويض مباشر

المحاضرة الثالثة: (في الجزء الثاني من المادة: الديناميكا الحرارية).

* مسائل وتطبيقات مركزة [أكثر تشمل أكثر من عملية]:

مثال: واحد مول من غاز مثالي يشغل حجم قدرة $0.005\ m^3$، تحت 20 bar، تمدد طبقاً للعلاقة $PV^2=C$، حتى تضاعف حجمه، ثم يبرد تحت ضغط ثابت حتى عاد الى الحجم الابتدائي ثم سخن تحت حجم ثابت حتى عاد إلى نقطة البداية. احسب الشغل المبذول خلال هذه الدورة (الرحلة).

الحل

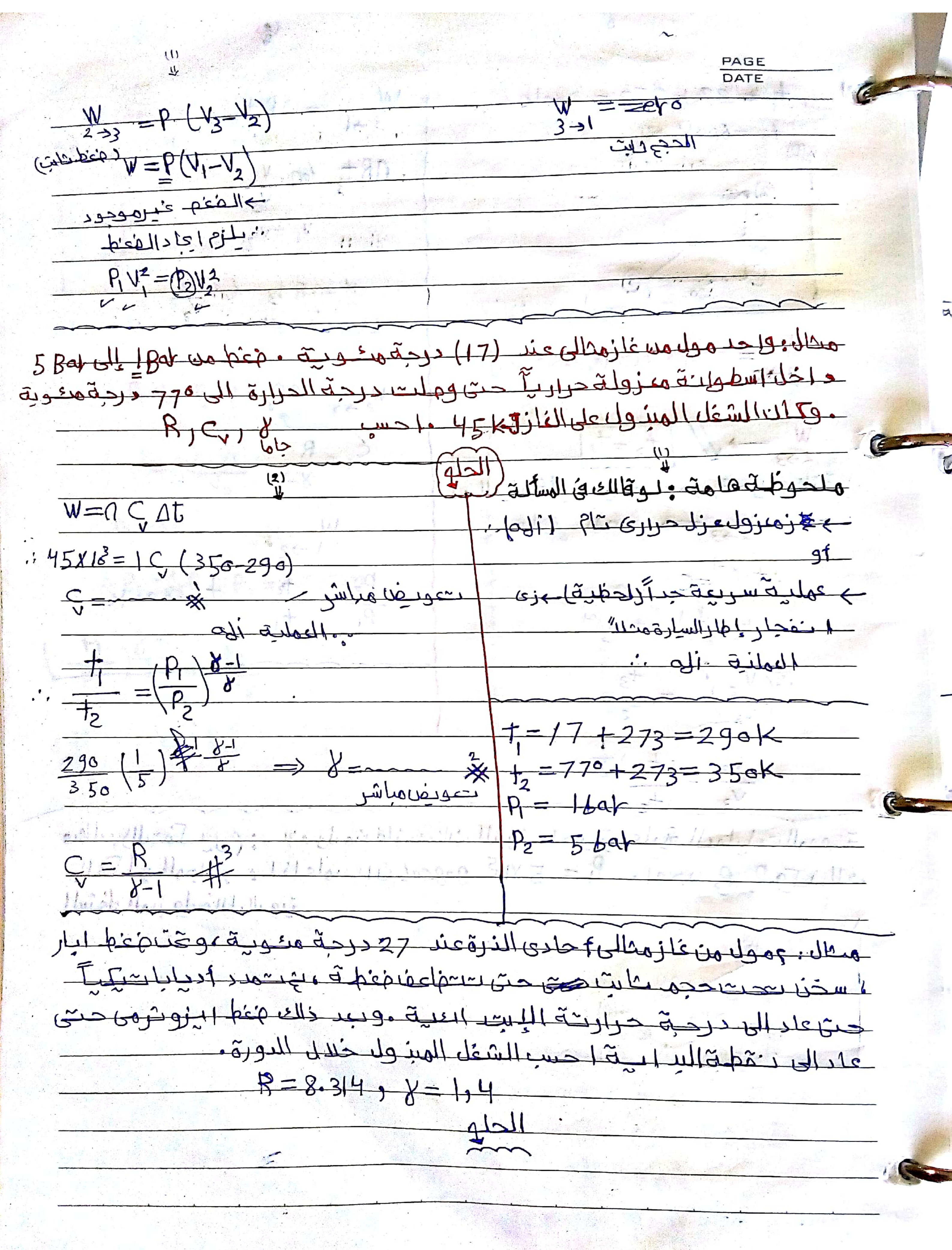
$\therefore PV^2 = C \quad \therefore P_1V_1^2 = P_2V_2^2 = P_3V_3^2 = C$

$\therefore W_{1\to2} = \int_{V_1}^{V_2} P\cdot dV$

$= \int_{V_1}^{V_2} \frac{C}{V^2}\cdot dV = C\left[-\frac{1}{V}\right]_{V_1}^{V_2}$

بوضع $C = P_1V_1^2$

$W = P_1V_1^2\left[-\frac{1}{V_2} + \frac{1}{V_1}\right]$ * تعويض مباشر



$W_{2\to3} = P(V_3 - V_2)$

(الضغط ثابت) $W = P(V_1 - V_2)$

← الضغط غير موجود

يلزم إيجاد الضغط

$P_1 V_1^{\gamma} = P_2 V_2^{\gamma}$

$W_{3\to1} = zero$

الحجم ثابت

مثال: واحد مول من غاز مثالي عند (17) درجة مئوية ، ضغطه من 1 Bar إلى 5 Bar داخل اسطوانة معزولة حرارياً حتى وصلت درجة الحرارة الى 77° درجة مئوية ، وكان الشغل المبذول على الغاز 45 kJ ، احسب R , C_v , γ جاما

ملحوظة هامة: لو قالك في المسألة

← زمن معزول عزل حراري تام (أديا) أو

← عملية سريعة جداً (لحظية) زي انفجار إطار السيارة مثلاً

∴ العملية أديا

الحل

$T_1 = 17 + 273 = 290 K$

$T_2 = 77° + 273 = 350 K$

$P_1 = 1 bar$

$P_2 = 5 bar$

$W = n C_v \Delta T$

∴ $45 \times 10^3 = 1 C_v (350 - 290)$

$C_v = \dots$ * تعويض مباشر

∵ العملية أديا

∴ $\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$

$\frac{290}{350} = \left(\frac{1}{5}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \Rightarrow \gamma = \dots$ * تعويض مباشر

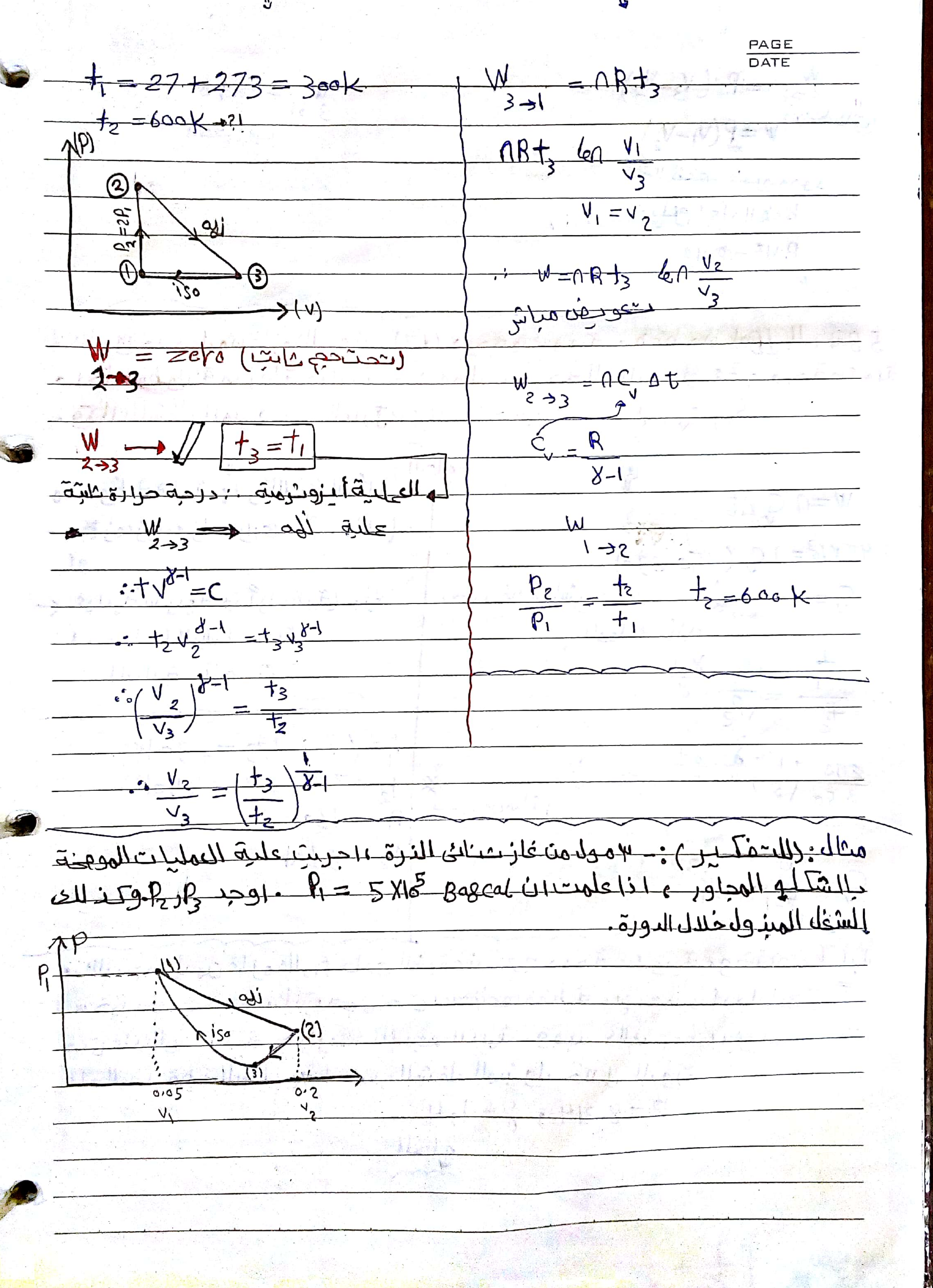
$C_v = \frac{R}{\gamma - 1}$ #3

مثال: مول من غاز مثالي أحادي الذرة عند 27 درجة مئوية وتحت ضغط 3 بار سخن تحت حجم ثابت حتى تضاعف ضغطه ، ثم تمدد أدياباتيكياً حتى عاد الى درجة حرارته الابتدائية ، وبعد ذلك ضغط ايزوثرمي حتى عاد الى نقطة البداية ، احسب الشغل المبذول خلال الدورة.

$R = 8.314$, $\gamma = 1.4$

الحل

Scanned by CamScanner



$t_1 = 27 + 273 = 300K$

$t_2 = 600K$?!

$W_{1\to 3} = zero$ (تحت حجم ثابت)

$W_{2\to 3} \rightarrow$ // $\boxed{t_3 = t_1}$

العملية أيزوثرمية ∴ درجة حرارة ثابتة

$W_{2\to 3} \Longrightarrow$ عملية أديو

$\therefore t V^{\gamma-1} = C$

$\therefore t_2 V_2^{\gamma-1} = t_3 V_3^{\gamma-1}$

$\therefore \left(\frac{V_2}{V_3}\right)^{\gamma-1} = \frac{t_3}{t_2}$

$\therefore \frac{V_2}{V_3} = \left(\frac{t_3}{t_2}\right)^{\frac{1}{\gamma-1}}$

$W_{3\to 1} = nRt_3$

$nRt_3 \ \ln \frac{V_1}{V_3}$

$V_1 = V_2$

$\therefore W = nRt_3 \ \ln \frac{V_2}{V_3}$

نعوض بشكل مباشر

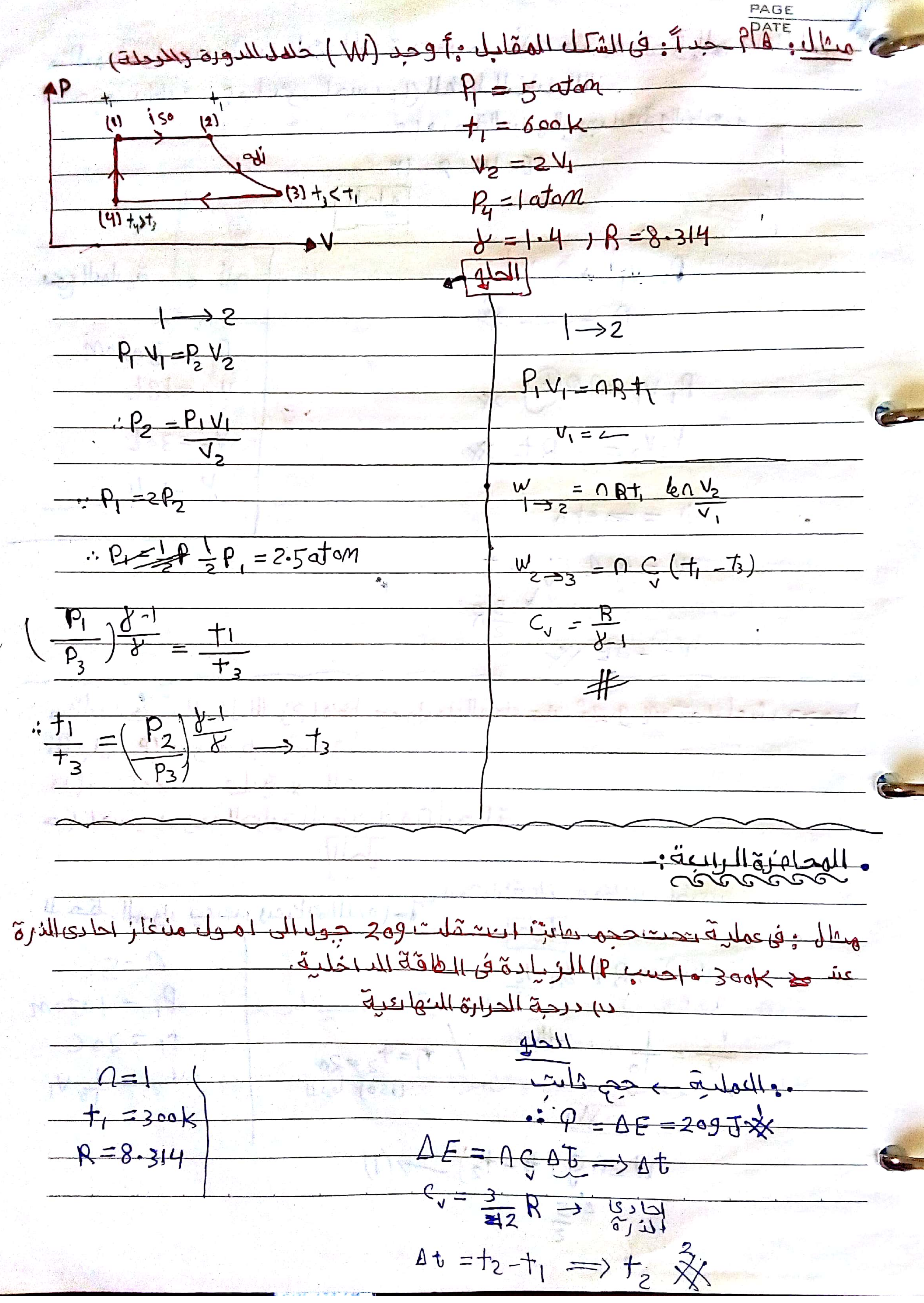
$W_{2\to 3} = nC_v \Delta t$

$C_v = \frac{R}{\gamma - 1}$

$W_{1\to 2}$

$\frac{P_2}{P_1} = \frac{t_2}{t_1}$ $\quad t_2 = 600K$

مثال: (للتفكير): ـ ٣ مول من غاز ثنائي الذرة ، اجريت عليه العمليات الموضحة بالشكل المجاور ، اذا علمت ان $P_1 = 5 \times 10^5$ Bascal . اوجد P_2, P_3 وكذلك الشغل المبذول خلال الدورة.



مثال: هام جداً: في الشكل المقابل: أوجد (W) خلال الدورة (بالوحدة)

$P_1 = 5$ atom

$t_1 = 600$ K

$V_2 = 2V_1$

$P_4 = 1$ atom

$\gamma = 1.4$, $R = 8.314$

الحل

$1 \rightarrow 2$

$P_1 V_1 = P_2 V_2$

$\therefore P_2 = \dfrac{P_1 V_1}{V_2}$

$\therefore P_1 = 2P_2$

$\therefore$ ~~$P_1 = \frac{1}{2}P$~~ $\frac{1}{2}P_1 = 2.5$ atom

$$\left(\frac{P_1}{P_3}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = \frac{t_1}{t_3}$$

$$\therefore \frac{t_1}{t_3} = \left(\frac{P_2}{P_3}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \longrightarrow t_3$$

$1 \rightarrow 2$

$P_1 V_1 = nRt_1$

$V_1 = —$

$W_{1\rightarrow 2} = nRt_1 \ln \dfrac{V_2}{V_1}$

$W_{2\rightarrow 3} = n C_v (t_1 - t_3)$

$C_v = \dfrac{R}{\gamma - 1}$

#

- **المحاضرة الرابعة:-**

مثال: في عملية تحت حجم ثابت انتقلت 209 جول الى 1 مول من غاز احادي الذرة عند 300K احسب: (1) الزيادة في الطاقة الداخلية.
(2) درجة الحرارة النهائية

الحل

$n = 1$

$t_1 = 300$ K

$R = 8.314$

- العملية ← حجم ثابت

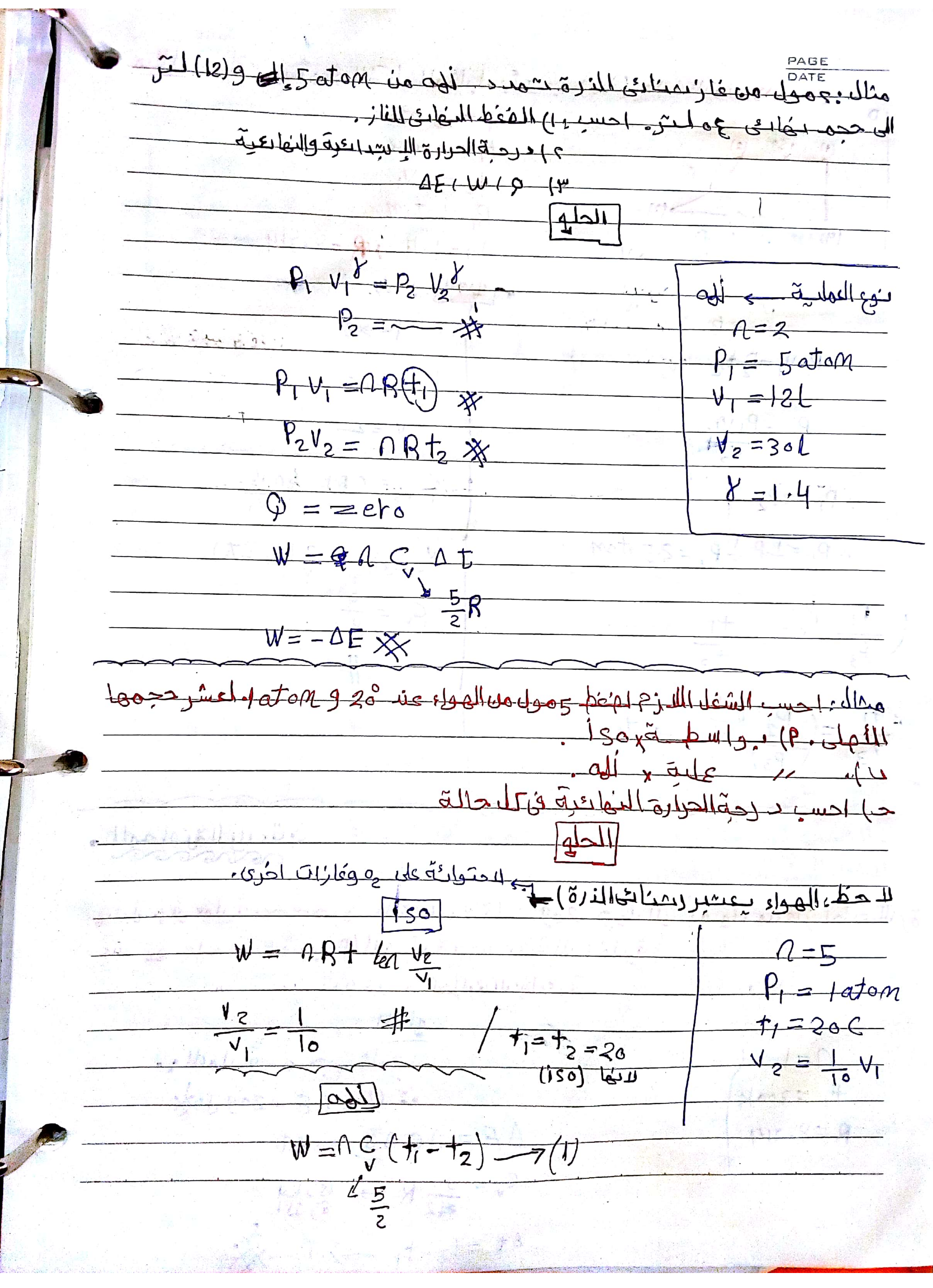
$\therefore Q = \Delta E = 209$ J

$\Delta E = n C_v \Delta t \longrightarrow \Delta t$

$C_v = \frac{3}{2} R \rightarrow$ احادي الذرة

$\Delta t = t_2 - t_1 \Longrightarrow t_2$

Scanned by CamScanner



مثال: ٢ مول من غاز ثنائي الذرة تمدد أدياباتيكي من 5 atom و (12) لتر الى حجم نهائي 30 لتر. احسب: ١) الضغط النهائي للغاز.
٢) درجة الحرارة الابتدائية والنهائية
٣) q ، W ، ΔE

الحل

نوع العملية ← أديا
$n = 2$
$P_1 = 5\,atom$
$V_1 = 12L$
$V_2 = 30L$
$\gamma = 1.4$

$$P_1 V_1^{\gamma} = P_2 V_2^{\gamma}$$

$$P_2 = \sim\sim \quad \#$$

$$P_1 V_1 = nRt_1 \quad \#$$

$$P_2 V_2 = nRt_2 \quad \#$$

$$q = zero$$

$$W = n C_v \Delta t$$

$$C_v \to \frac{5}{2} R$$

$$W = -\Delta E \quad \#$$

مثال: احسب الشغل اللازم لضغط 5 مول من الهواء عند 20° و 1 atom لعشر حجمه الأصلي (٥) بواسطة عملية: أ) أيزو.
ب) " عملية أديا.
جـ) احسب درجة الحرارة النهائية في كل حالة

الحل

لاحظ: الهواء يعتبر ثنائي الذرة) ← لاحتوائه على O_2 وغازات أخرى.

$n = 5$
$P_1 = 1\,atom$
$t_1 = 20C$
$V_2 = \frac{1}{10} V_1$

iso

$$W = nRt \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{10} \quad \#$$

$t_1 = t_2 = 20$ لأنها (iso)

أديا

$$W = n C_v (t_1 - t_2) \longrightarrow (1)$$

$$C_v \to \frac{5}{2}$$

PAGE
DATE

$$t_1 V_1^{\gamma-1} = t_2 V_2^{\gamma-1}$$

$$t_2 = t_1 \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}$$

مثال للتفكير:

$P_1 = 1\,atom$
$t_1 = 300k$

احسب كلاً من:
P) V_3
ب) t_3, t_2
ج) الشغل المبذول خلال الدورة.

P, 3P₁, ②, ①, ③, أدياباتي, V, 4L

$\gamma = 1.4$
$R = 8.314$
$n = 2\,Mol$

• الباب الجديد: الآلات الحرارية:-

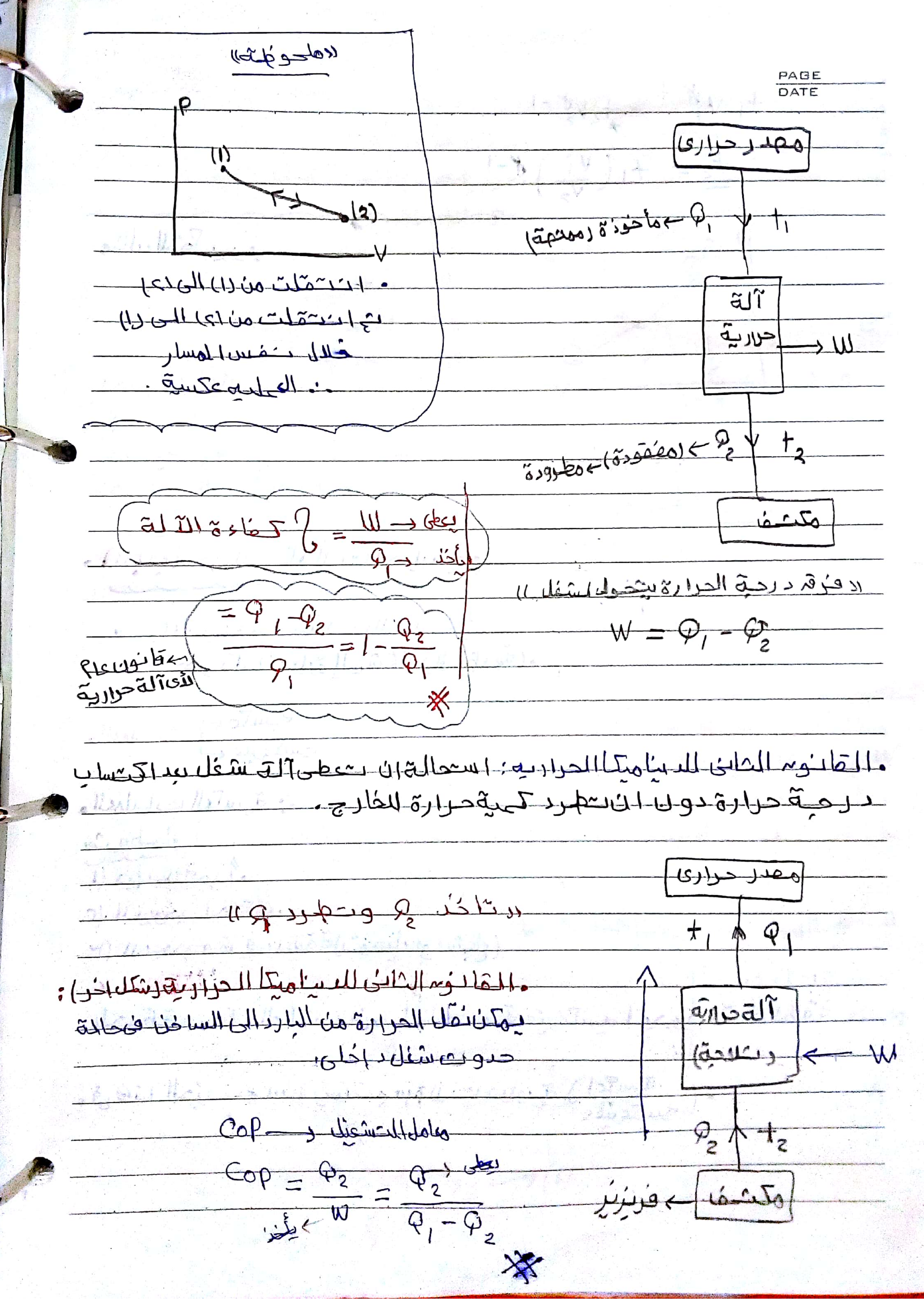
س: اذكر أهمية الآلات الحرارية؟
ج: تحويل الحرارة إلى شغل (الوظيفة).

• العمليات ← عكسية
← غير عكسية

• العمليات العكسية:-
شروطها:
1) بطيئة جداً.
2) لا يوجد احتكاك.
3) لا يوجد فقد في الطاقة (توصيل او اشعاع)

ملحوظة: معظم العمليات في حياتنا اليومية غير عكسية لوجود فقد في الطاقة

• في هذا الجزء ← سندرس ← 3 آلات حرارية (عكسية / غير عكسية).



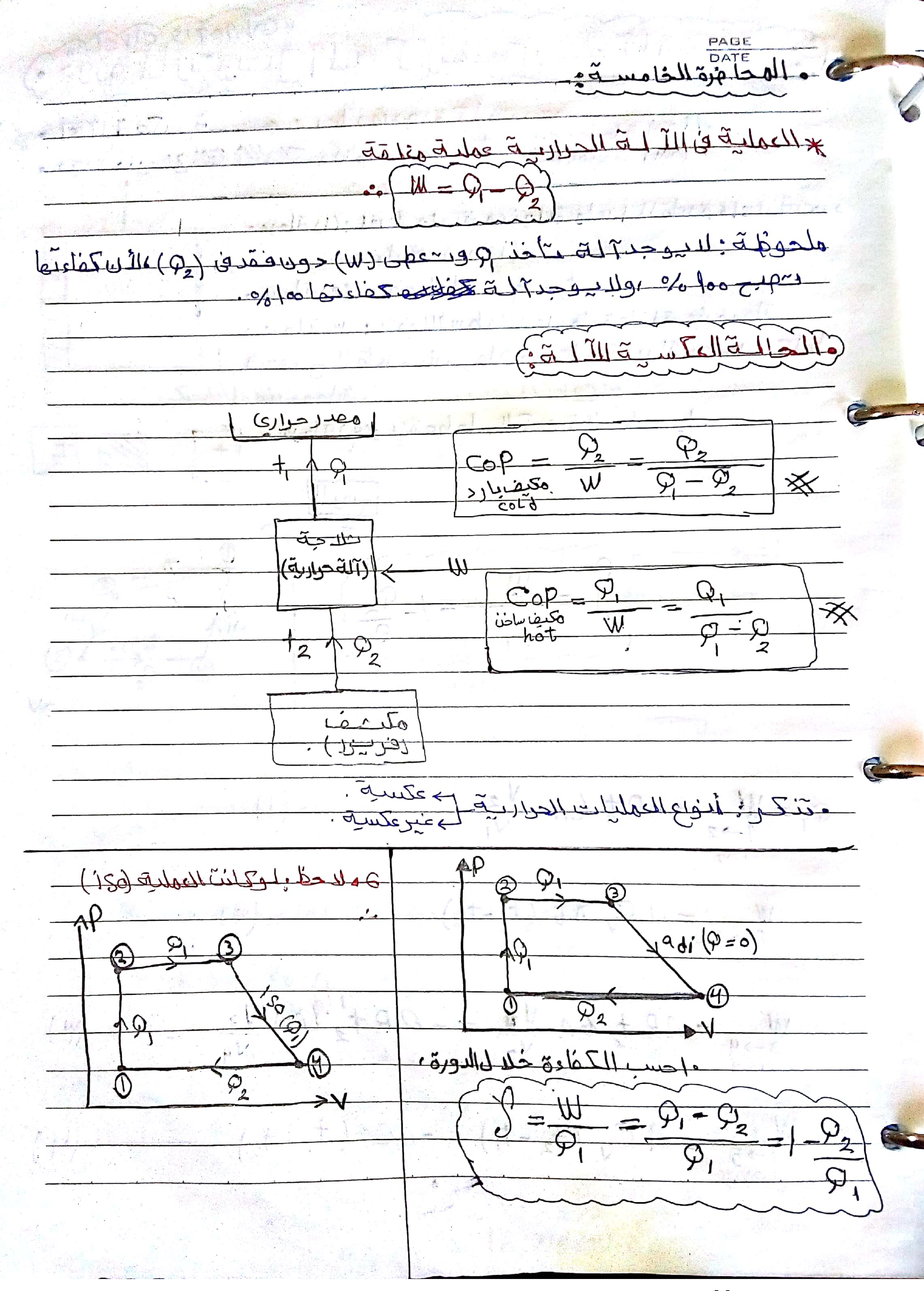
• القانون الثانى للديناميكا الحرارية: استحالة ان تعطى آلة شغل بعد اكتساب درجة حرارة دون ان تطرد كمية حرارة للخارج.

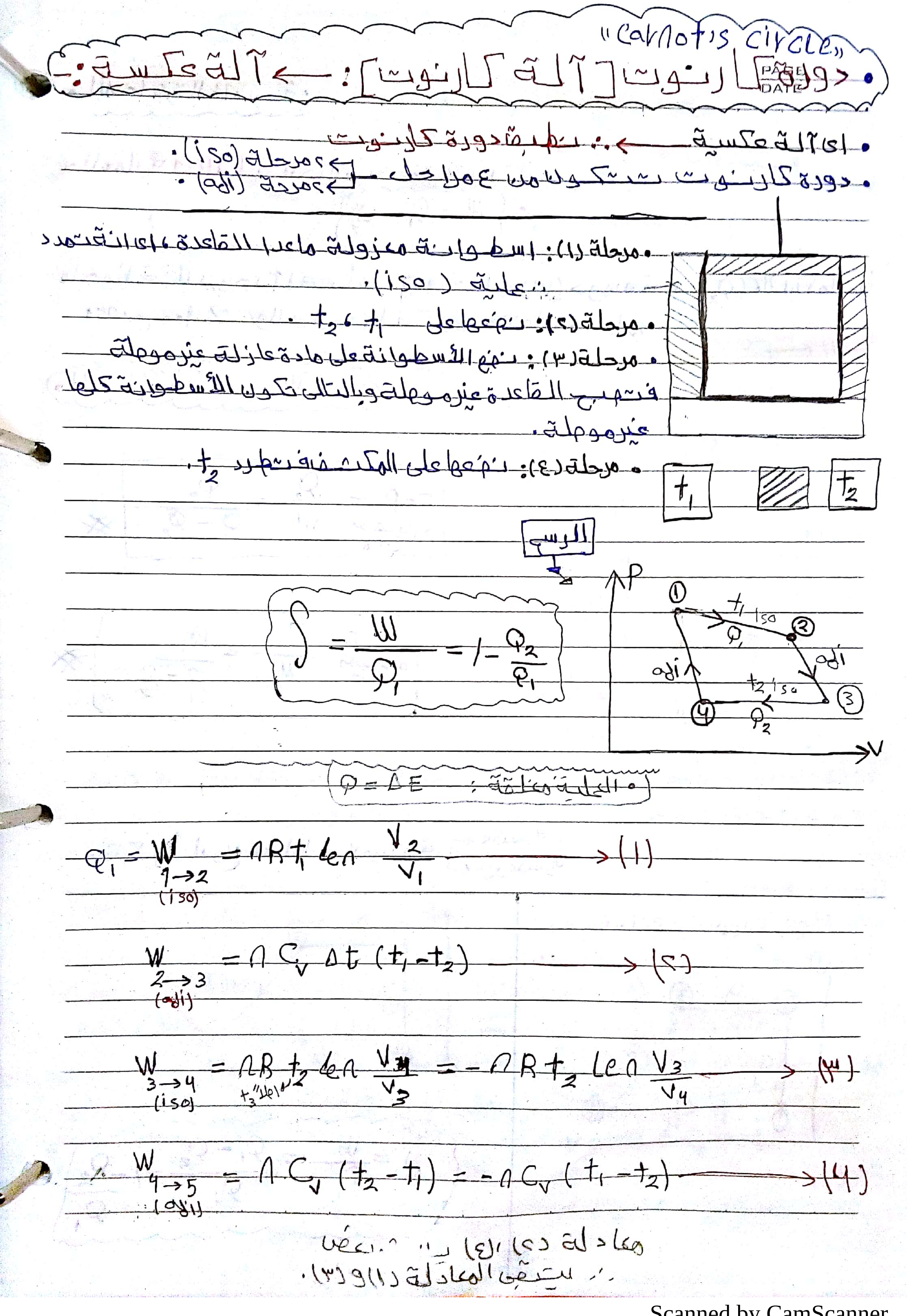
• القانون الثانى للديناميكا الحرارية بشكل اخر: يمكن نقل الحرارة من البارد الى الساخن فى حالة حدوث شغل داخلى.

Cop → معامل التشغيل

$$Cop = \frac{Q_2}{W} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2}$$

(Q_2 ← يعطى، W ← يأخذ)


PAGE
DATE
• المحاضرة الخامسة :
* العملية في الآلة الحرارية عملية مغلقة
∴ W = Q1 − Q2
ملحوظة : لا يوجد آلة تأخذ Q1 وتعطي (W) دون فقد في (Q2) لأن كفاءتها تصبح 100 % ، ولا يوجد آلة كفاءتها 100 %.
• الحالة العكسية للآلة :
مصدر حراري
t1 Q1
ثلاجة (آلة حرارية)
W
t2 Q2
مكثف (فريزر).
COP مكيف بارد cold = Q2 / W = Q2 / (Q1 − Q2)
COP مكيف ساخن hot = Q1 / W = Q1 / (Q1 − Q2)
• تذكر: أنواع العمليات الحرارية
عكسية.
غير عكسية.
• لاحظ: لو كانت العملية (iso)
P
Q1
iso (Q)
Q2
V
adi (Q = 0)
• احسب الكفاءة خلال الدورة
η = W / Q1 = (Q1 − Q2) / Q1 = 1 − Q2 / Q1



• دورة كارنوت [آلة كارنوت]: ← آلة عكسية: "Carnot's circle"

- ١) آلة عكسية ← ∴ بتطبق دورة كارنوت
- دورة كارنوت بتتكون من ٤ مراحل ← ٢ مرحلة (iso). ← ٢ مرحلة (adi).

• مرحلة (١): اسطوانة معزولة ما عدا القاعدة، اذا اتقعد
∴ عملية (iso).

• مرحلة (٢): نحطها على t_1، t_2.

• مرحلة (٣): نحط الأسطوانة على مادة عازلة غير موصلة فتصبح القاعدة غير موصلة وبالتالي تكون الأسطوانة كلها غير موصلة.

• مرحلة (٤): نحطها على المكثف فنطرد t_2.

$$\eta = \frac{W}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

• العلاقة معناها: $Q = \Delta E$

$$Q_1 = W_{\underset{(iso)}{1\to 2}} = nRt_1 \ln \frac{V_2}{V_1} \longrightarrow (1)$$

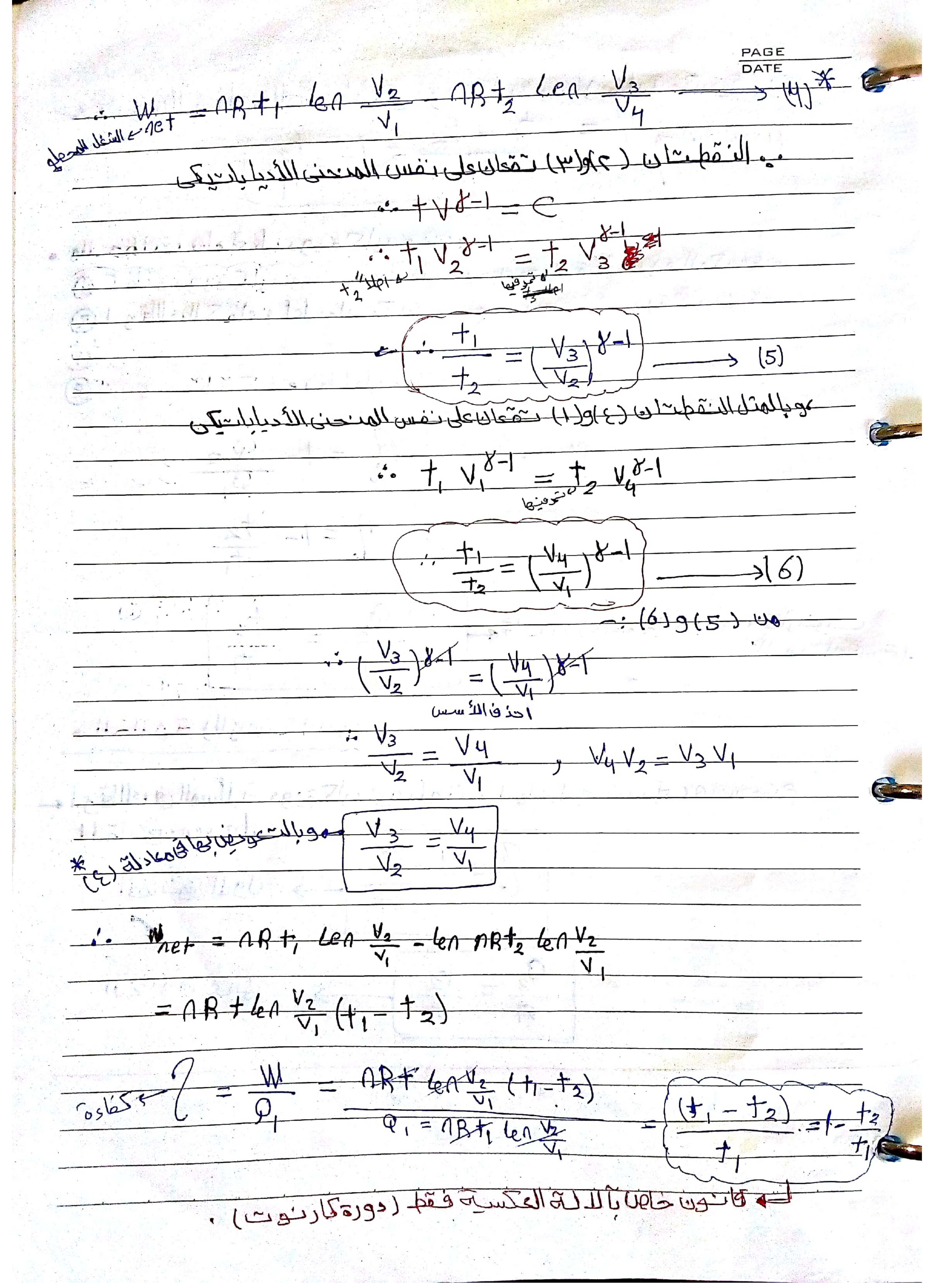
$$W_{\underset{(adi)}{2\to 3}} = nC_v \Delta t\,(t_1 - t_2) \longrightarrow (٢)$$

$$W_{\underset{(iso)}{3\to 4}} = nR\,t_2 \ln \frac{V_4}{V_3} = -nRt_2 \ln \frac{V_3}{V_4} \longrightarrow (٣)$$

(t_3 "هي" t_2)

$$W_{\underset{(adi)}{4\to 5}} = nC_v(t_2 - t_1) = -nC_v(t_1 - t_2) \longrightarrow (4)$$

هنا لما دى (٢) و(٤) بيلغوا بعض
∴ يتبقى المعادلة (١) و(٣).



PAGE
DATE

$$\therefore W_{net} = nRT_1 \ln \frac{V_2}{V_1} - nRT_2 \ln \frac{V_3}{V_4} \longrightarrow (4) *$$

net ← الشغل المحصل

∵ النقطتان (2) و(3) تقعان على نفس المنحنى الأدياباتيكي

$$\therefore T V^{\gamma-1} = C$$

$$\therefore T_1 V_2^{\gamma-1} = T_2 V_3^{\gamma-1}$$

$$\therefore \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{V_3}{V_2}\right)^{\gamma-1} \longrightarrow (5)$$

وبالمثل النقطتان (4) و(1) تقعان على نفس المنحنى الأدياباتيكي

$$\therefore T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_4^{\gamma-1}$$

(لو عوضنا)

$$\therefore \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{V_4}{V_1}\right)^{\gamma-1} \longrightarrow (6)$$

من (5) و (6):

$$\therefore \left(\frac{V_3}{V_2}\right)^{\gamma-1} = \left(\frac{V_4}{V_1}\right)^{\gamma-1}$$

احذف الأسس

$$\therefore \frac{V_3}{V_2} = \frac{V_4}{V_1} \quad , \quad V_4 V_2 = V_3 V_1$$

وبالتعويض بها في معادلة (4) *

$$\boxed{\frac{V_3}{V_2} = \frac{V_4}{V_1}}$$

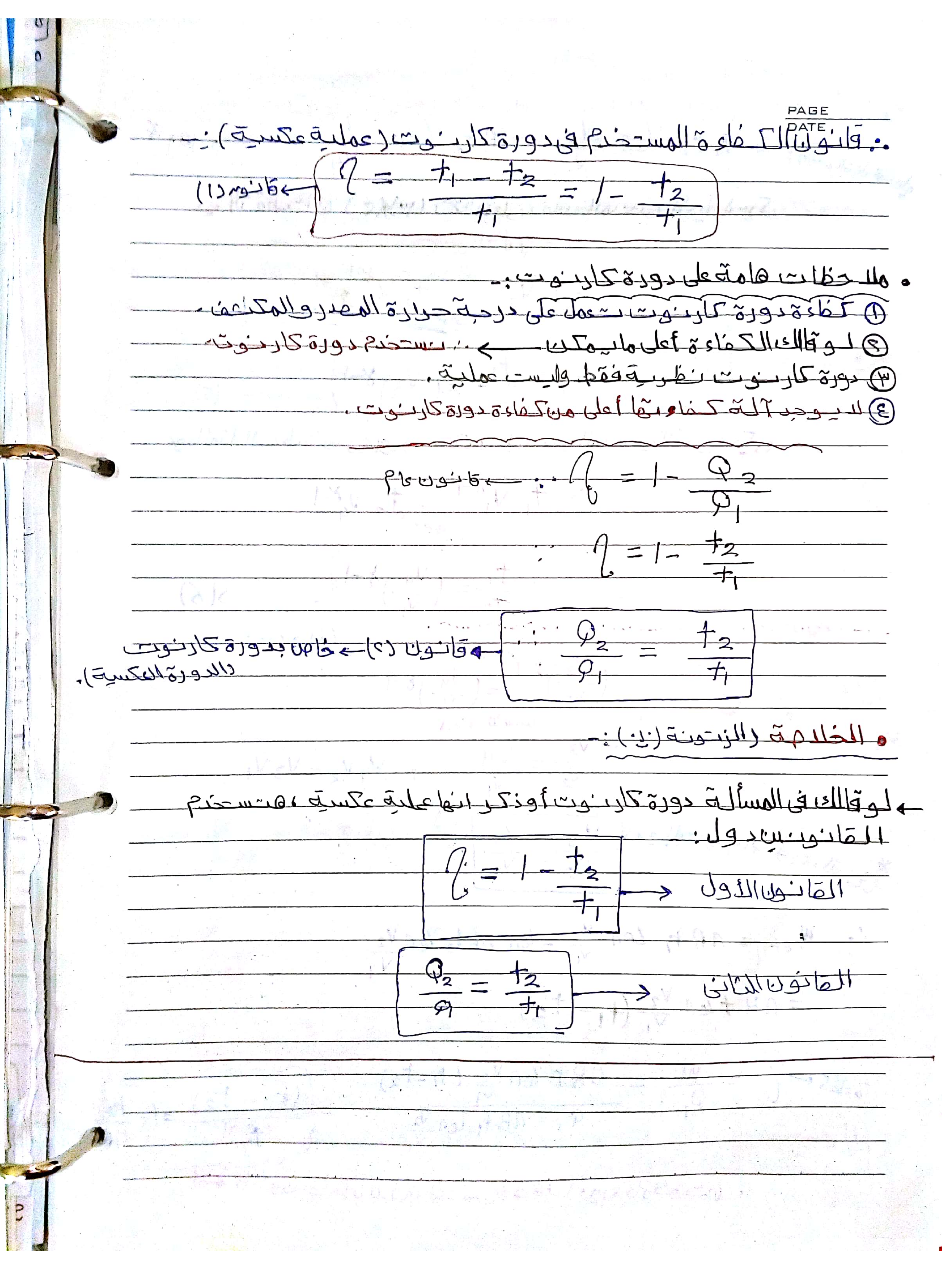
$$\therefore W_{net} = nRT_1 \ln \frac{V_2}{V_1} - nRT_2 \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$= nR \ln \frac{V_2}{V_1} (T_1 - T_2)$$

كفاءة ← η

$$\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{nR \ln \frac{V_2}{V_1} (T_1 - T_2)}{Q_1 = nRT_1 \ln \frac{V_2}{V_1}} = \frac{(T_1 - T_2)}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

← قانون خاص بالآلة العكسية فقط (دورة كارنوت).



PAGE
DATE

• قانون الكفاءة المستخدم في دورة كارنوت (عملية عكسية) :-

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$ ← قانون (1)

• ملاحظات هامة على دورة كارنوت :-

① كفاءة دورة كارنوت تعتمد على درجة حرارة المصدر والمكثف.
② لو قال الكفاءة أعلى ما يمكن ← نستخدم دورة كارنوت.
③ دورة كارنوت نظرية فقط وليست عملية.
④ لا يوجد آلة كفاءتها أعلى من كفاءة دورة كارنوت.

$$\because \eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$ ← قانون عام

$$\because \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

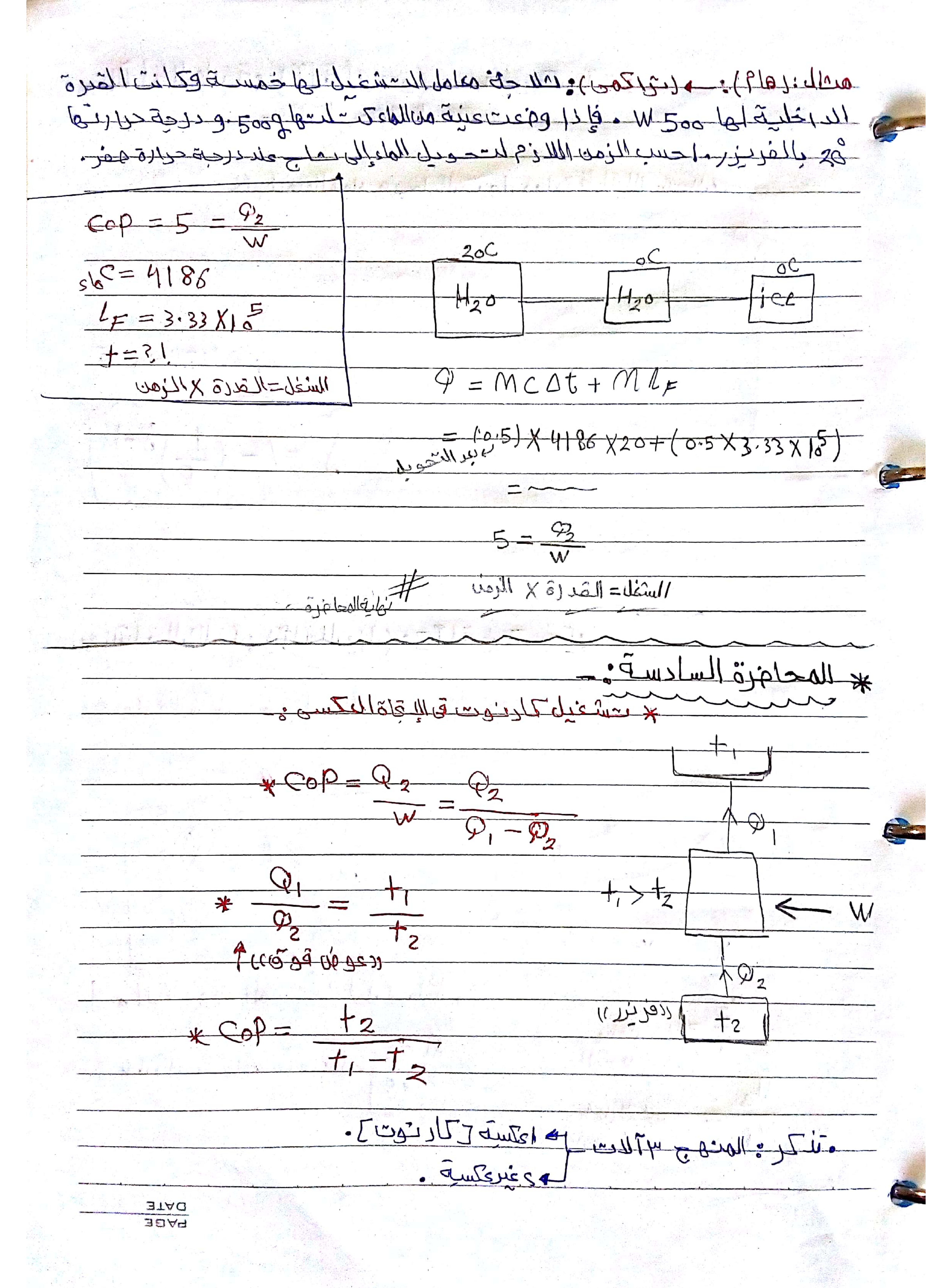
$$\therefore \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1}$$ ← قانون (٢) ← خاص بدورة كارنوت (الدورة العكسية).

• الخلاصة (الزتونة (ن ن)) :-

← لو قال في المسألة دورة كارنوت أو ذكر انها عملية عكسية، هنستخدم القانونين دول :-

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$ ← القانون الأول

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1}$$ ← القانون الثاني



مثال: (هام) :- (تراكمي): ثلاجة معامل التشغيل لها خمسة وكانت القدرة الداخلية لها W 500 . فإذا وضعت عينة من الماء كتلتها 500g و درجة حرارتها 20° بالفريزر، احسب الزمن اللازم لتحويل الماء إلى ثلج عند درجة حرارة صفر.

$Cop = 5 = \frac{Q_2}{W}$

$C_{ماء} = 4186$

$L_F = 3.33 \times 10^5$

$t = ?!$

الشغل = القدرة × الزمن

$Q = mc\Delta t + mL_F$

$= (0.5) \times 4186 \times 20 + (0.5 \times 3.33 \times 10^5)$

بعد التحويل

$= \sim\sim$

$5 = \frac{Q_2}{W}$

// الشغل = القدرة × الزمن

نهاية المحاضرة #

* المحاضرة السادسة :-

* تشغيل كارنوت في الاتجاه العكسي :

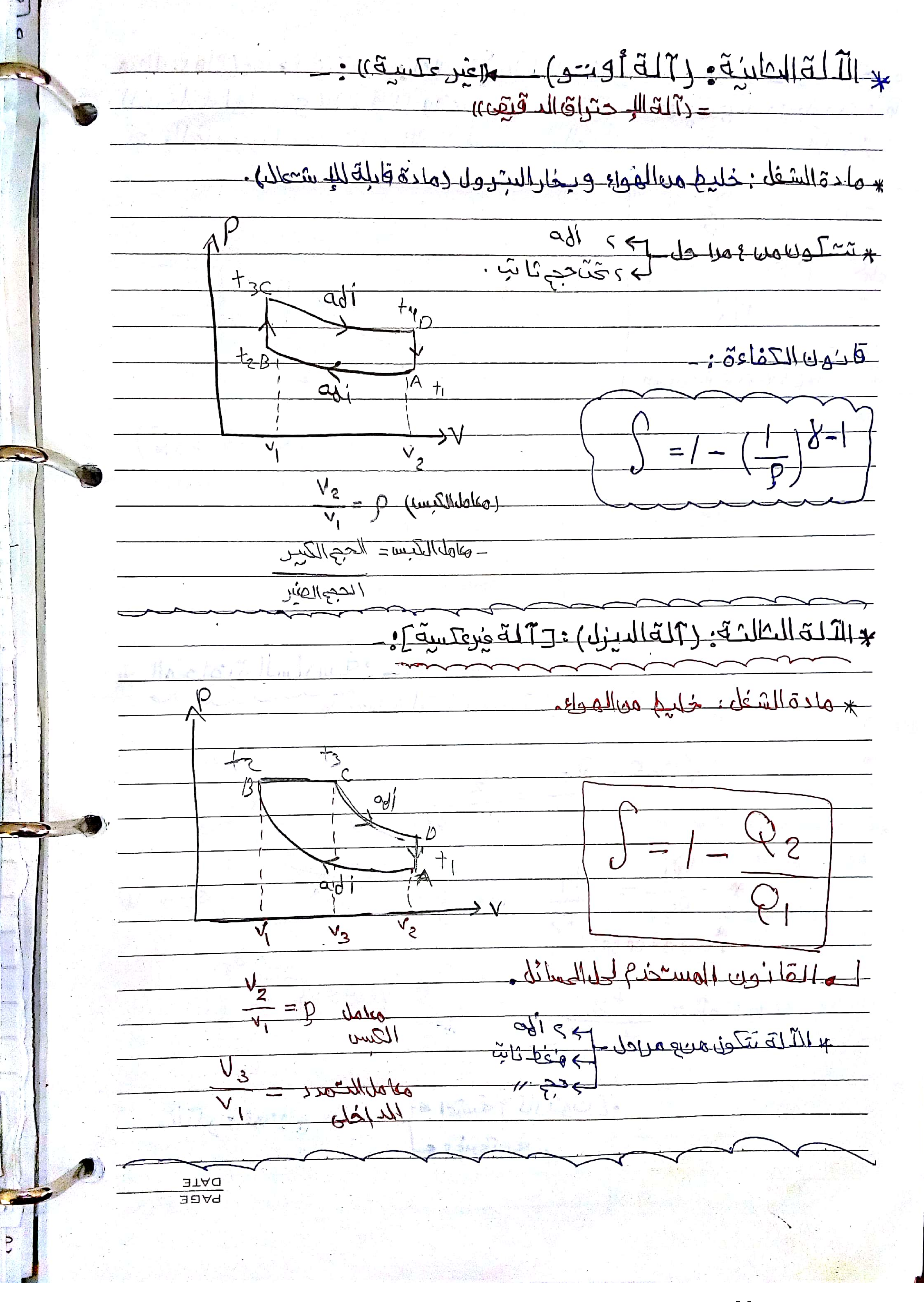
$* \; Cop = \frac{Q_2}{W} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2}$

$* \; \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{t_1}{t_2}$

"دعوهن فوقه"

$* \; Cop = \frac{t_2}{t_1 - t_2}$

تذكر: المنهج 3 آلات → عكسية [كارنوت] .
→ غير عكسية .



* الآلة الثانية: (آلة أوتو) ← غير عكسية :-
= (آلة الاحتراق الدقيق)

* مادة الشغل: خليط من الهواء وبخار البترول (مادة قابلة للاشتعال).

* تتكون من ٤ مراحل ← ٢ أديا
← ٢ تحت حجم ثابت.

قانون الكفاءة :-

$$\eta = 1 - \left(\frac{1}{\rho}\right)^{\gamma - 1}$$

$\frac{V_2}{V_1} = \rho$ (معامل الكبس)

- معامل الكبس = $\frac{\text{الحجم الكبير}}{\text{الحجم الصغير}}$

* الآلة الثالثة: (آلة الديزل): [آلة غير عكسية]:

* مادة الشغل: خليط من الهواء.

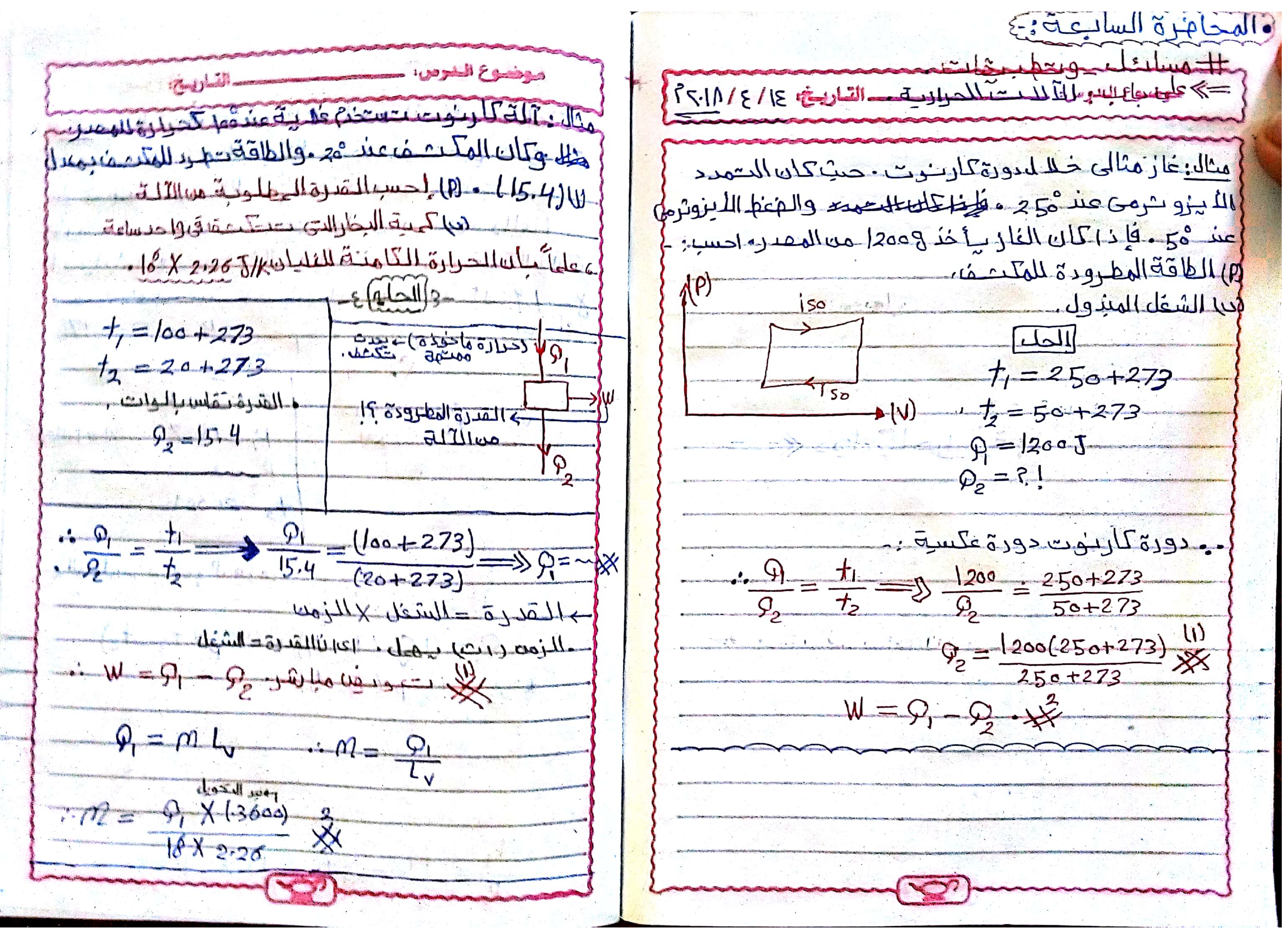
$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

القانون المستخدم لحل المسائل.

$\frac{V_2}{V_1} = \rho$ معامل الكبس

$\frac{V_3}{V_1}$ = معامل التمدد الداخلي

* الآلة تتكون من ٤ مراحل ← ٢ أديا
← ضغط ثابت
← حجم "



• المحاضرة السابعة :-

مسائل وتطبيقات

⟸ على مبادئ الآلات الحرارية — التاريخ: ١٤ / ٤ / ٢٠١٨

مثال: غاز مثالى خلال دورة كارنوت. حيث كان التمدد الأيزوثرمى عند 250° والضغط الأيزوثرمى عند 50°. فإذا كان الغاز يأخذ 1200J من المصدر، احسب:
(1) الطاقة المطرودة للمكثف.
(2) الشغل المبذول.

الحل

$t_1 = 250+273$ ، $t_2 = 50+273$

$Q_1 = 1200\,J$

$Q_2 = ?!$

∴ دورة كارنوت دورة عكسية :-

$$\therefore \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{t_1}{t_2} \Longrightarrow \frac{1200}{Q_2} = \frac{250+273}{50+273}$$

$$Q_2 = \frac{1200(250+273)}{250+273} \quad (1)$$

$$W = Q_1 - Q_2 \quad (2)$$

موضوع الدرس: ———— التاريخ: ————

مثال: آلة كارنوت تستخدم غلاية عند قمة كحرارة للمصدر، وكان المكثف عند 20°، والطاقة تطرد للمكثف بمعدل (15.4) . (1) احسب القدرة المطلوبة من الآلة.
(2) كمية البخار التى تتكثف فى الساعة.
علماً بأن الحرارة الكامنة للغليان 2.26×10^6 J/K.

الحل :-

$t_1 = 100+273$

$t_2 = 20+273$

• القدرة تقاس بالوات ،

$Q_2 = 15.4$

$$\therefore \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{t_1}{t_2} \longrightarrow \frac{Q_1}{15.4} = \frac{(100+273)}{(20+273)} \Longrightarrow Q_1 = \sim$$

← القدرة = الشغل × الزمن

الزمن (t) يهمل ، إذاً القدرة = الشغل

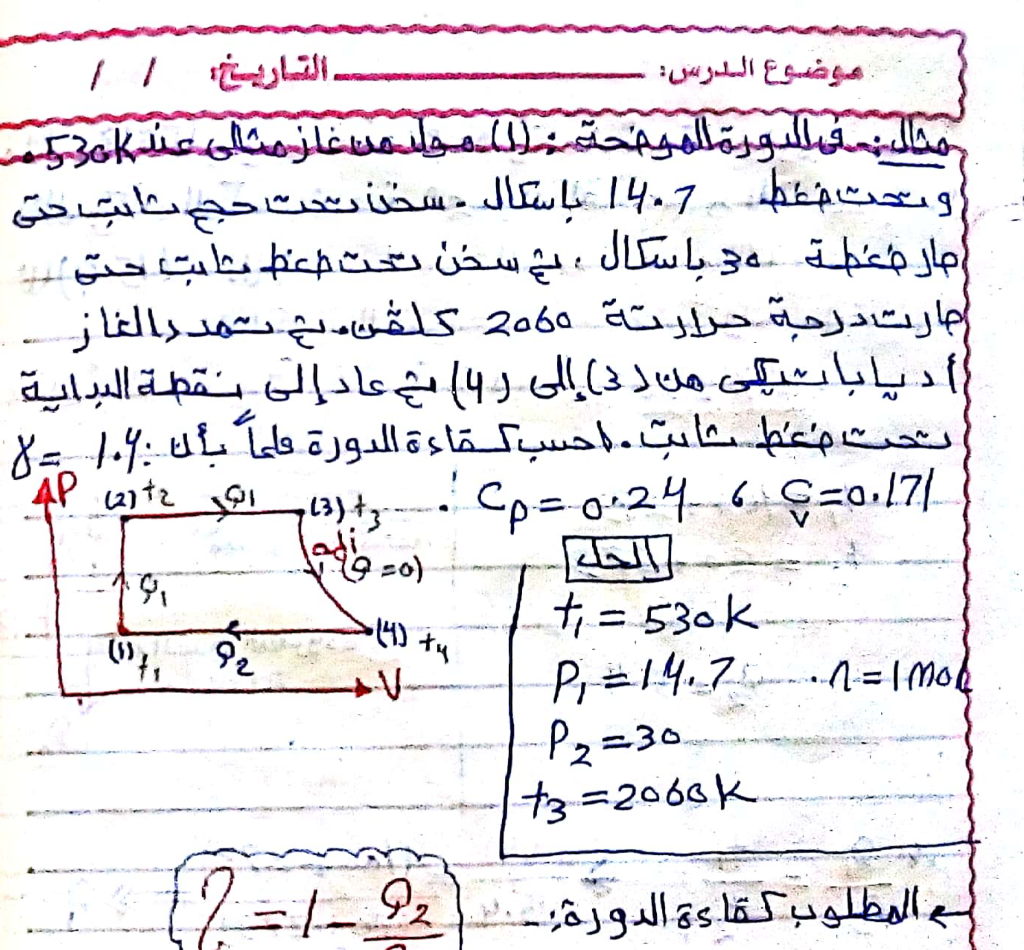
$$\therefore W = Q_1 - Q_2 \quad \text{تعويض مباشر} \quad (1)$$

$$Q_1 = m L_v \qquad \therefore m = \frac{Q_1}{L_v}$$

$$\therefore m = \frac{Q_1 \times (3600)}{10^6 \times 2.26} \quad (2)$$

(3600: وحدة التحويل)

مثال: في الدورة الموضحة: (1) مول من غاز مثالي عند 530K وتحت ضغط 14.7 باسكال. سخن تحت حجم ثابت حتى صار ضغطه 30 باسكال، ثم سخن تحت ضغط ثابت حتى صارت درجة حرارته 2060 كلفن. ثم تمدد الغاز أدياباتيكياً من (3) إلى (4) ثم عاد إلى نقطة البداية تحت ضغط ثابت. احسب كفاءة الدورة علماً بأن: $\gamma = 1.4$ ، $C_p = 0.24$ ، $C_v = 0.171$



الحل

$t_1 = 530K$

$P_1 = 14.7$ ، $n = 1 \, mol$

$P_2 = 30$

$t_3 = 2060K$

← المطلوب كفاءة الدورة:
$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

$* \; Q_1 = n C_v (t_2 - t_1) + n C_p (t_3 - t_2)$

$* \; Q_2 = n C_p (t_4 - t_1)$

• حتى نتمكن من الحصول على (Q_1) و (Q_2) يلزم الحصول على (t_2) و (t_4):

∴ (1 → 2) تحت حجم ثابت

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{t_1}{t_2} \Longrightarrow t_2 = 1082 \, K$$

$$\frac{t_4}{t_3} = \left(\frac{P_4}{P_3}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \Longrightarrow t_4 = 1680$$

$P_1 = P_4$ ، $P_2 = P_3$

وعوض مباشرة في Q_1 و Q_2 ثم في قانون

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

مثال: في الشكل المجاور (1) مول من غاز مثالي عند (21^0) وتحت ضغط $101.35 \, (K.Pascal)$. ضغط خلال دورة أوتو وكانت نسبة الكبس (7). فإذا كانت كمية الحرارة المكتسبة خلال الدورة $953.660 \, K.J$ احسب:

(أ) الحجم والضغط ودرجة الحرارة عند جميع نقاط الدورة.

(ب) كفاءة الدورة.

(جـ) كفاءة دورة كارنوت إذا عملت بين أعلى درجة حرارة وأقل درجة حرارة.

$R = 0.287$ ، $\gamma = 1.4$

الحل

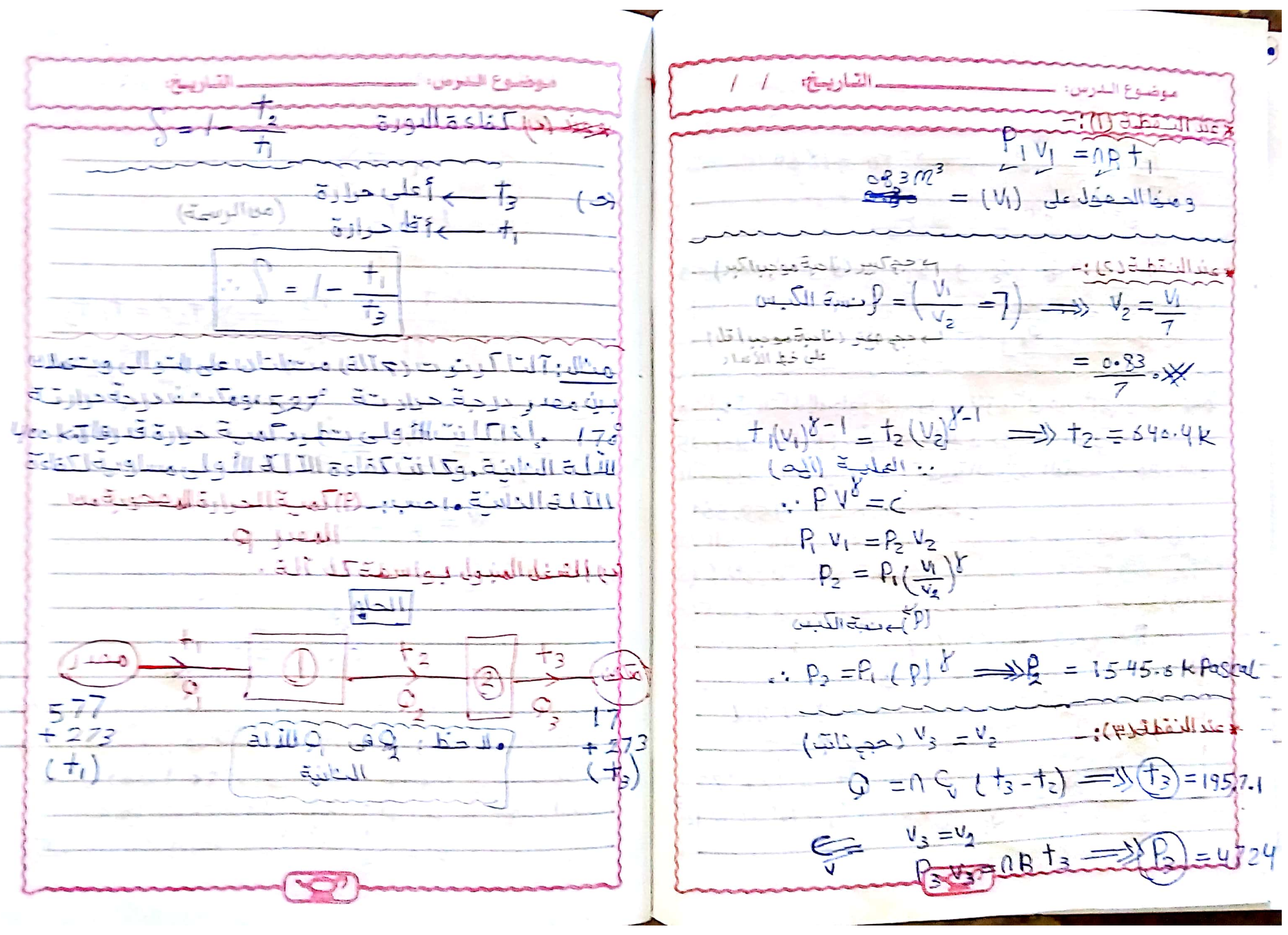
P
③ ④ (ق١) ② ① (ق٢) V_2 V_1 V

$n = 1 \, mol$

$P = 7$

$t_1 = 12 + 273$

$P_1 = 101.35 \times 10^3$



موضوع الدرس: ______ التاريخ: / /

عند النقطة (1):-

$P_1 V_1 = nR t_1$

ومنها الحصول على $(V_1) = 0.83\,m^3$

عند النقطة (2):-

← حجم كبير (ناحية موجبا أكبر)

نسبة الكبس $\rho = \left(\frac{V_1}{V_2} = 7\right) \Longrightarrow V_2 = \frac{V_1}{7}$

← حجم صغير (ناحية موجبا أقل على خط الأعداد)

$= \frac{0.83}{7}$

$t_1 (V_1)^{\gamma-1} = t_2 (V_2)^{\gamma-1} \Longrightarrow t_2 = 640.4\,K$

∵ العملية (أديا)

∴ $PV^{\gamma} = C$

$P_1 V_1 = P_2 V_2$

$P_2 = P_1 \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma}$

(ρ) ← نسبة الكبس

∴ $P_2 = P_1 (\rho)^{\gamma} \Longrightarrow P_2 = 1545.8\,K\,Pascal$

عند النقطة (3):-

$V_3 = V_2$ (حجم ثابت)

$Q = n C_v (t_3 - t_2) \Longrightarrow (t_3) = 1957.1$

$V_3 = V_2$

$P_3 V_3 = nR t_3 \Longrightarrow (P_3) = 4724$

موضوع الدرس: ______ التاريخ:

(د) كفاءة الدورة $\eta = 1 - \frac{t_2}{t_1}$

(ص) t_3 ← أعلى حرارة (من الرسمة)

t_1 ← أقل حرارة

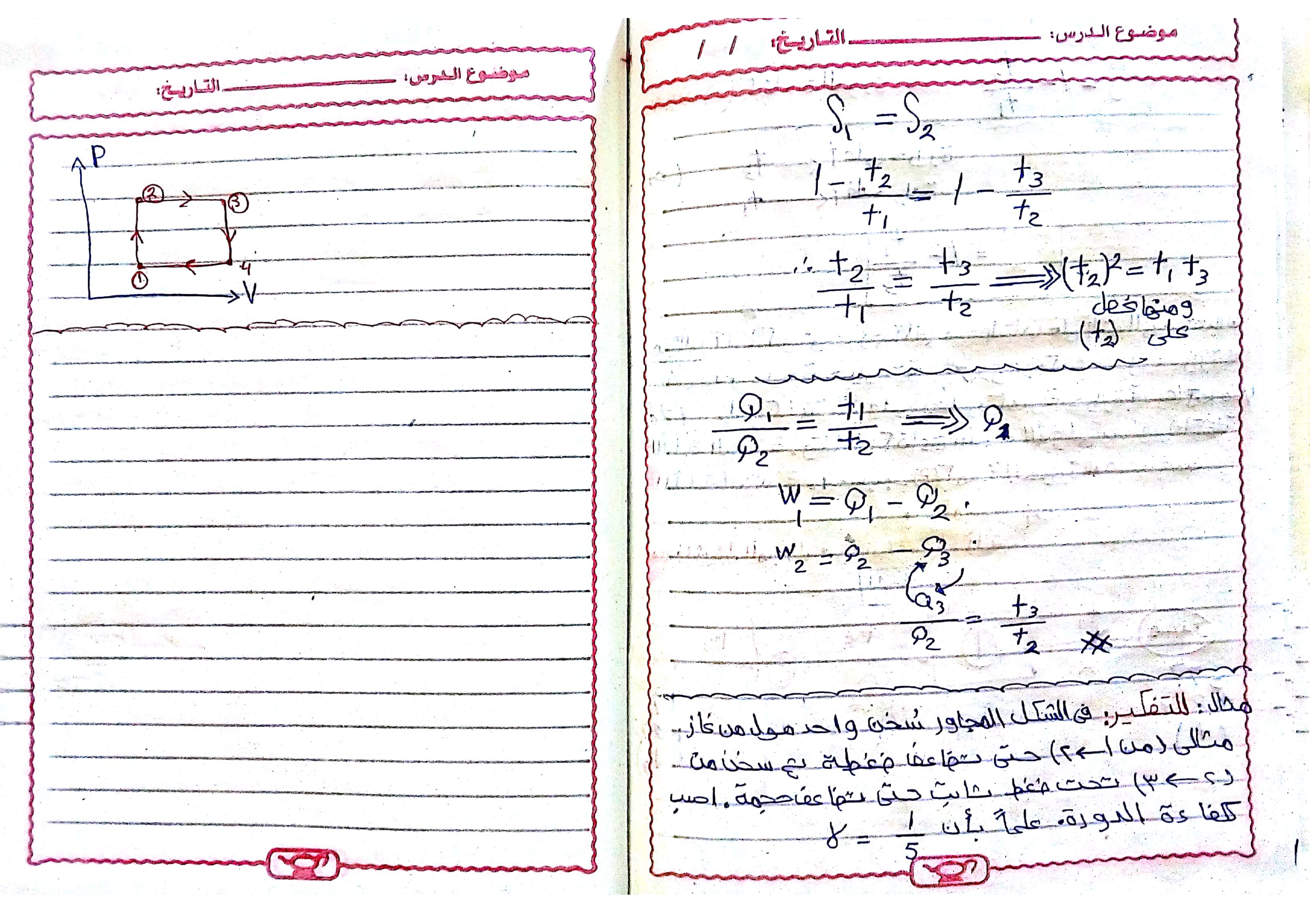
∴ $\eta = 1 - \frac{t_1}{t_3}$

مثال: آلتا كارنوت (حرارية) موصلتان على التوالي وتعملان بين مصدر درجة حرارته 577° ومكثف درجة حرارته 17°. إذا كانت الأولى تستمد كمية حرارة قدرها 400 kJ ... الآلة الثانية، وكانت كفاءة الآلة الأولى تساوي كفاءة الآلة الثانية. احسب: (أ) كمية الحرارة الممتصة من المصدر Q

(ب) الشغل المبذول بواسطة كل آلة.

الحل

• لاحظ: Q_2 في الآلة الثانية


موضوع الدرس: ______ التاريخ: / /

$$\eta_1 = \eta_2$$

$$1 - \frac{t_2}{t_1} = 1 - \frac{t_3}{t_2}$$

$$\therefore \frac{t_2}{t_1} = \frac{t_3}{t_2} \Longrightarrow (t_2)^2 = t_1 t_3$$

ومنها نحصل على (t_2)

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{t_1}{t_2} \Longrightarrow Q_1$$

$$W_1 = Q_1 - Q_2$$

$$W_2 = Q_2 - Q_3$$

$$\frac{Q_3}{Q_2} = \frac{t_3}{t_2}$$

مثال: للتفكير: في الشكل المجاور يُسخن واحد مول من غاز مثالي (من ١←٢) حتى يتضاعف ضغطه ثم يسخن من (٢←٣) تحت ضغط ثابت حتى يتضاعف حجمه. احسب كفاءة الدورة علماً بأن $\gamma = \frac{1}{5}$

موضوع الدرس: ______ التاريخ: